Chloride

An aesthetic objective of *≤250 mg/L* has been established for chloride in drinking water. At concentrations above the aesthetic objective, chloride imparts undesirable tastes to water and to beverages prepared from water and may cause corrosion in the distribution system.

General

Chloride is widely distributed in nature, generally as the sodium (NaCl) and potassium (KCl) salts; it constitutes approximately 0.05% of the lithosphere.[1] By far the greatest amount of chloride found in the environment is in the oceans.

Underground salt deposits have been found in all Canadian provinces except British Columbia. Bedded deposits occur in southwestern Ontario, Saskatchewan and Alberta; dome deposits are found in Nova Scotia, New Brunswick, Ontario, Manitoba, Saskatchewan and Alberta.[2]

Sodium chloride is widely used in the production of industrial chemicals such as caustic soda (sodium hydroxide), chlorine, soda ash (sodium carbonate), sodium chlorite, sodium bicarbonate and sodium hypochlorite. In 1984, it was estimated that 4 078 000 t of sodium chloride were used by the chemicals industry.[2] Sodium chloride and, to a lesser extent, calcium chloride ($CaCl_2$) are used for snow and ice control in Canada; 45% of all salt consumed in Canada is used for this purpose, compared with 25% in the United States and 14% in western Europe.[2] In 1984, it was estimated that 3 560 800 t of sodium chloride were applied to Canadian roads.[2] Potassium chloride is used in the production of fertilizers.[1,2]

Occurrence

The presence of chloride in drinking water sources can be attributed to the dissolution of salt deposits,[3] salting of highways to control ice and snow,[4–8] effluents from chemical industries,[9] oil well operations,[10] sewage,[11] irrigation drainage,[12] refuse leachates,[13] volcanic emanations, sea spray and seawater intrusion in coastal areas.[1] Each of these sources may result in local contamination of surface water and groundwater. The chloride ion is highly mobile and is eventually transported into closed basins or to the oceans.[1]

Chloride is generally present at low concentrations in natural surface waters in Canada; concentrations are normally less than 10 mg/L and often less than 1 mg/L.[12,14] The mean chloride concentration in 109 lakes in the Experimental Lakes Area (ELA) of northwestern Ontario was 0.8 mg/L in 1973; a chloride concentration of 0.9 mg/L was measured in a small acidic lake near Sudbury, Ontario, in the same year.[15] The Great Lakes and waters in the St. Lawrence lowlands have somewhat higher concentrations of chloride (20 mg/L), largely because of industrial activities in the area.[1] The concentration of dissolved chloride in Canadian waters over the period 1980 to 1984 usually fell in the range <0.1 to 861 mg/L,[14] but concentrations as high as 24 500 mg/L have been recorded in Bench Mark Creek in Alberta.[16]

Drinking water data for several Canadian provinces indicate that chloride concentrations are generally low, often less than 10 mg/L.[14,17] Of 127 stations in Saskatchewan that analysed for chloride in 1975, only one recorded a chloride concentration greater than 50 mg/L; no station recorded a concentration greater than 250 mg/L.[18] The same results were found for 56 stations in Nova Scotia that recorded chloride concentrations in drinking water during 1975.[19] In Alberta, 51 out of 492 stations recorded chloride concentrations greater than 50 mg/L in 1976; 15 stations recorded concentrations greater than 250 mg/L.[20] In a 1987 analysis of 60 samples of treated water from the Lemieux Island water treatment plant in Ottawa, Ontario, the average chloride concentration was 5.5 mg/L (range 4.0 to 9.5 mg/L).[21] The average concentration of chloride in U.S. public water supplies is about 11.5 mg/L[12]; in European water supplies, it is 52 mg/L.[22] Higher concentrations of chloride are most often present in drinking water derived from groundwater sources; this could be due to naturally high concentrations or to contamination. An estimated 25 to 50% of applied road salt enters groundwater.[23]

Only limited data are available on chloride concentrations in air in Canada. A survey carried out in Edmonton over three one-month periods found the geometric means and ranges (in parentheses) of the

chloride concentrations in air to be as follows: November 1978, 1.97 μg/m^3 (0.3 to 9.0 μg/m^3); March/April 1979, 0.82 μg/m^3 (0.1 to 3.4 μg/m^3); and July/August 1979, 0.64 μg/m^3 (0.1 to 2.8 μg/m^3). For the total period of observation, the mean chloride concentration was 1.2 μg/m^3.[24] The chloride concentration in air above Lake Michigan was estimated to be 0.5 μg/m^3.[25]

The chloride content of foods varies over a wide range; edible plants generally have concentrations below 0.5 mg/g, whereas meat and fish have concentrations up to 1.0 and 1.5 mg/g, respectively.[26]

Canadian Exposure

Estimation of the daily intake of chloride in food is complicated by the widespread use of salt as a condiment. Approximately 600 mg of chloride per day are ingested in a salt-free diet.[27,28] However, because of the addition of salt to food, the daily intake of chloride averages 6 g and may range as high as 12 g.[29]

If one assumes that daily water consumption is 1.5 L and that the average concentration of chloride in Canadian drinking water is 10 mg/L, the average daily intake of chloride from drinking water can be calculated to be approximately 15 mg per person. The intake from water therefore constitutes only about 0.25% of the average intake from food.

If the average concentration of chloride in air in Canada is assumed to be 1.2 μg/m^3 and the daily respiratory volume is 20 m^3, then the daily intake of chloride from air would be 0.024 mg.

Based on the above considerations, the total daily intake of chloride is about 6 g and comes almost entirely from food. Large deviations from this value are expected because of individual variations in the quantities of salt added to food during cooking and at the table.

Analytical Methods and Treatment Technology

Several analytical techniques may be used for chloride in water, including titration (e.g., potentiometric titration with silver nitrate), colorimetry (e.g., thiocyanate colorimetry), chloride ion selective electrode and ion chromatography.[30] Limits of detection range from 50 μg/L for colorimetry to 5 mg/L for titration.

Because chloride is very soluble in water, it is not easily removed, and conventional water treatment processes are generally ineffective.[31] A removal of 87% has been reported using a point-of-use treatment device employing granular activated carbon adsorption and reverse osmosis.[32] Chloride concentrations in water may increase during the treatment process if chlorine is used for disinfection purposes or if aluminum or iron chlorides are used for flocculation purposes.[17]

Health Considerations

Essentiality

Chloride is an essential element and is the main extracellular anion in the body. It is a highly mobile ion that easily crosses cell membranes and is involved in maintaining proper osmotic pressure, water balance and acid–base balance.

Until recently, it had been assumed that the physiological role of the chloride ion was simply that of a passive counterion. Over the past few years, however, several studies have suggested that the chloride ion may play a more active and independent role in renal function,[33,34] neurophysiology[35] and nutrition.[36]

Absorption, Distribution and Excretion

Absorption of chloride from the diet is considered to be essentially complete. Balance studies in young men have shown that 92% of the ingested chloride is excreted in the urine.[37]

The amount of chloride in the intestinal contents declines as the contents move along the gastrointestinal tract. Typically, 540 mg of chloride enter the duodenum each day.[38] Chloride is absorbed in the jejunum by "solvent drag" and in the ileum and colon by active chloride transport coupled to bicarbonate secretion.[38,39] Both of these processes are linked to sodium-based co-transport mechanisms that create the necessary osmotic and electrochemical gradients.

It has been estimated that the human body contains 0.15% chloride,[40] or 105 g/70 kg bw. Most of this chloride is extracellular, as shown by serum levels of 98 to 106 meq/L, compared with the approximate 1 meq/L for tissue cells.[41] Stomach secretions are high in chloride, with concentrations between 45 and 155 meq/L in gastric residues. All body chloride is considered to belong to an exchangeable pool.[42]

Body chloride concentrations are regulated by , excretions, primarily via the kidneys. Both chloride and sodium are regulated by aldosterone.[43] The urinary excretion of chloride for adults is about 4.4 g/d, with a range of 2.2 to 13 g/d; the amount excreted is closely related to the amount of salt in the diet. Chloride loss in the faeces is low, with 14 to 110 mg excreted daily by this route. Significant additional daily losses of chloride occur in perspiration.[37]

Toxic Effects

A role for chloride in sodium-sensitive hypertension has been proposed.[44,45] Evidence seems to indicate that both sodium and chloride are required for a hypertensive effect.[42] Chloride by itself does not appear to cause hypertension in rats,[46] although red blood cells from human hypertensives show altered chloride handling.[47] The role of sodium in hypertension is under investigation (see sodium review); however, there

is no evidence that high chloride concentrations would be any more toxic than high sodium concentrations.

Other Considerations

The taste threshold for chloride is dependent on the associated cation and is generally in the range of 200 to 300 mg/L.[31] Chloride concentrations detected by taste in drinking water by panels of 18 or more people were 210, 310 and 222 mg/L from the respective sodium, potassium and calcium salts.[48] The taste of coffee was affected when brewed with water containing chloride concentrations of 400, 450 and 530 mg/L from sodium, potassium and calcium chloride, respectively.[48]

Chloride concentrations above 250 mg/L in drinking water may cause corrosion in the distribution system.[23] The chloride ion's ability to form soluble salts with many metal ions prevents the formation of films that could prevent the further corrosion of metal surfaces.[17]

Rationale

1. Chloride concentrations in the body are well regulated through a complex interrelated system involving both nervous and hormonal systems. Even after intake of large quantities of chloride through food and water, the chloride balance is maintained, mainly by the excretion of excess chloride via the urine. Therefore, a maximum acceptable concentration has not been set for chloride in drinking water.

2. Taste thresholds for chloride from sodium chloride, potassium chloride and calcium chloride in drinking water are 210, 310 and 222 mg/L, respectively; the taste of coffee is affected when brewed with water containing chloride concentrations of 400, 450 and 530 mg/L from the same salts. Chloride concentrations above 250 mg/L in drinking water may cause corrosion in the distribution system.

3. The aesthetic objective for chloride in drinking water is therefore ≤250 mg/L. Chloride concentrations in Canadian drinking water supplies are generally much lower than 250 mg/L.

References

1. National Research Council of Canada. The effects of alkali halides in the Canadian environment. NRCC No. 15019, Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality, Ottawa (1977).

2. Prud'Homme, M. Salt. In: Canadian minerals yearbook 1985 — review and outlook. Mineral Report 34, Mineral Resources Branch, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa (1986).

3. National Academy of Sciences. Nutrient and toxic substances in water for livestock and poultry. National Academy Press, Washington, DC (1974).

4. Murray, D.M. and Ennst, V.F.W. An economic analysis of the environmental impact of highway de-icing salts. National Technical Information Service Publication 253, U.S. Department of Commerce, Springfield, VA. p. 268 (1976).

5. Pollock, J.J. and Toler, L.G. Effects of highway de-icing salts on groundwater and water supplies in Massachusetts. U.S. Geological Survey, Boston, MA (1972).

6. Terry, R.C. Road salt, drinking water and safety. Ballinger, Cambridge, MA (1974).

7. Hutchinson, F.E. Effects of highway salting on the concentration of sodium chloride in private water supplies. Res. Life Sci., Fall: 15 (1969).

8. Ralston, J.G. De-icing salts as a source of water pollution. Ontario Ministry of the Environment, Toronto (1971).

9. Little, A.D. Inorganic chemical pollution of freshwater. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC (1971).

10. Pettyjohn, W.A. Water pollution by oil-field brines and related industrial wastes in Ohio. Ohio J. Sci., 71: 257 (1971).

11. Pettyjohn, W.A. Water quality in a stressed environment. Burgess Publishing Co., MN (1972).

12. Bond, R.G. and Straub, C.P. Handbook of environmental control. Vol. 3. Chemical Rubber Co., Cleveland, OH (1973).

13. Schneider, W.J. Hydrologic implications of solid-waste disposal. U.S. Geol. Surv. Circ., 601-F: F1 (1970).

14. National Water Quality Data Bank (NAQUADAT). Water Quality Branch, Inland Waters Directorate, Environment Canada, Ottawa (1985).

15. Beamish, R.J. and Van Loon, J.C. Precipitation loading of acid and heavy metals to a small acid lake near Sudbury, Ontario. J. Fish. Res. Board Can., 34: 649 (1977).

16. Environment Canada. Detailed surface water quality data, Northwest Territories 1980–1981, Alberta 1980–1981, Saskatchewan 1980–1981, Manitoba 1980–1981. Inland Waters Directorate (1984).

17. World Health Organization. Sodium, chlorides and conductivity in drinking-water. Report on a WHO Working Group. EURO Reports and Studies 2, Regional Office for Europe, Copenhagen (1979).

18. Saskatchewan Department of the Environment. Personal communication.

19. Nova Scotia Department of Public Health. Personal communication.

20. Alberta Environment. Summary of water chemical analysis. Environmental Protection Services (1976).

21. Ontario Ministry of Environment. Ottawa (Lemieux Island) water treatment plant. Drinking Water Surveillance Program. Annual report 1987. Queen's Printer for Ontario (1988).

22. Zoeteman, B.C.J. and Brinckman, F.J.J. Human intake of minerals from drinking water in the European Communities. In: Hardness of drinking water and public health. Proceedings of the European Scientific Colloquium, Luxembourg, 1975. Pergamon Press, Oxford. p. 175 (1976).

23. McConnell, H.H. and Lewis, J. ... Add salt to taste. Environment, 14: 38 (1972).

24. Klemm, R.F. and Gray, J.M.L. A study of the chemical composition of particulate matter and aerosols over Edmonton. Report No. RMD 82/9, prepared for the Research Management Division by the Alberta Research Council (1982).

25. Klein, D.H. Fluxes, residence times and sources of some elements to Lake Michigan. Water Air Soil Pollut., 4: 3 (1975).

26. Diem, K. (ed.). Documenta Geigy. Scientific tables. 5th edition. J R Geigy, Basle, Switzerland. p. 501 (1962).

27. Dahl, L.K. Salt and hypertension. Am. J. Clin. Nutr., 25: 231 (1972).

28. Meneely, G.R. A review of sources of and the toxic effects of excess sodium chloride and the protective effect of extra potassium in the diet. Plant Foods Hum. Nutr., 23: 3 (1973).

29. Department of National Health and Welfare. Dietary standard for Canada. Health Protection Branch, Ottawa (1975).

30. Department of the Environment of the United Kingdom. Methods for the examination of waters and associated materials: chloride in waters, sewage and effluents 1981. Her Majesty's Stationery Office, London (1981).

31. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality. Vol. 2. Health criteria and other supporting information. Geneva (1984).

32. Regunathan, P., Beauman, W.H. and Kreusch, E.G. Efficiency of point of use treatment devices. J. Am. Water Works Assoc., 75(1): 42 (1983).

33. Jaina, A., Kapuler, S., Govendo, S., Serban, I. and Eliahou, H.E. Blood pressure and renin activity in Na^+, Cl^-, or NaCl loading in rats. Miner. Electrolyte Metab., 3: 276 (1980).

34. Toto, R.D., Hulter, H.N., Mackie, S. and Sebastian, A. Renal tubular acidosis induced by dietary chloride. Kidney Int., 25: 26 (1984).

35. Sackmann, B. and Neher, E. Patch clamp techniques for studying ionic channels in excitable membranes. Annu. Rev. Physiol., 46: 455 (1984).

36. Honeyfield, D.C. and Froseth, J.A. Effects of dietary sodium and chloride on growth, efficiency of feed utilization, plasma electrolytes and plasma basic amino acids in young pigs. J. Nutr., 115: 1366 (1985).

37. International Commission on Radiological Protection. Report of the Task Group on Reference Man. ICRP Publication No. 23, Pergamon Press, Oxford. p. 379 (1975).

38. Weinberg, J M. Fluid and electrolyte disorders and gastrointestinal diseases. In: Fluids and electrolytes. J.P. Kokko and R.L. Tanner (eds.). W.B. Saunders Co., Toronto (1986).

39. Schultz, S.G. A cellular model for active sodium absorption by mammalian colon. Annu. Rev. Physiol., 46: 435 (1984).

40. National Academy of Sciences. Recommended dietary allowances. 9th edition. Washington, DC (1980).

41. Siggaard-Anderson, O. Blood gases and electrolytes. In: Fundamentals of clinical chemistry. N.W. Tietz (ed.). W.B. Saunders Co., Philadelphia, PA (1976).

42. Department of National Health and Welfare. Recommended nutrient intake for Canadians. Ottawa (1983).

43. Tortora, G.J. and Anagnostakos, N.P. Principles of anatomy and physiology. 4th edition. Harper & Row, New York, NY (1984).

44. Kurtz, T.W. and Morris, R.C., Jr. Dietary chloride as a determinant of "sodium-dependent" hypertension. Science, 222: 1139 (1983).

45. Whitescarves, S.A., Ott, C.E. and Jackson, B.A. Salt-sensitive hypertension: contribution of chloride. Science, 223: 1430 (1984).

46. Whiting, S.J. and Cole, D.E.C. Effects of dietary anion composition on acid-induced hypercalciuria in the adult rat. J. Nutr., 116: 388 (1986).

47. Zidek, W., Losse, H., Lange-Asschenfeldt, H. and Vetter, H. Intracellular chloride in essential hypertension. Clin. Sci., 68: 45 (1985).

48. Lockhart, E.E., Tucker, C.L. and Merritt, M.C. The effect of water impurities on the flavor of brewed coffee. Food Res., 20: 598 (1955).

Le chlorure

On a fixé à *≤250 mg/L* l'objectif esthétique pour la concentration de chlorure dans l'eau potable. À des concentrations supérieures, le chlorure donne un mauvais goût à l'eau et aux boissons préparées à partir de l'eau et risque par ailleurs de provoquer la corrosion du réseau de distribution.

Généralités

Les chlorures sont largement répandus dans la nature, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl); ils représentent environ 0,05 % de la lithosphère.[1] Ce sont les océans qui contiennent de loin la plus grande quantité de chlorures dans l'environnement.

Des gisements souterrains de sel ont été découverts dans toutes les provinces canadiennes, sauf en Colombie-Britannique. On trouve des gisements en couches dans le Sud-Ouest de l'Ontario, en Saskatchewan et en Alberta, et des gisements en dôme en Nouvelle-Écosse, au Nouveau-Brunswick, en Ontario, au Manitoba, en Saskatchewan et en Alberta.[2]

Le chlorure de sodium est largement employé dans la production de produits chimiques industriels comme la soude caustique (hydroxyde de sodium), le chlore, le carbonate de sodium, le chlorite de sodium, le bicarbonate de sodium et l'hypochlorite de sodium. En 1984, on a estimé que 4 078 000 t de chlorure de sodium étaient utilisées par l'industrie chimique.[2] Le chlorure de sodium et, dans une moindre mesure, le chlorure de calcium ($CaCl_2$) sont employés pour faire fondre la neige et la glace au Canada; 45 % de tout le sel utilisé au Canada sert à cette fin, comparativement à 25 % aux États-Unis et 14 % en Europe de l'Ouest.[2] En 1984, on a estimé à 3 560 800 t le chlorure de sodium épandu sur les routes canadiennes[2]. Le chlorure de potassium est utilisé dans la production des engrais.[1,2]

Présence dans l'environnement

La présence des chlorures dans les sources d'eau potable peut être attribuée à la dissolution des dépôts de sel,[3] à l'épandage de sel sur les routes pour faire fondre la glace et la neige,[4–8] aux effluents des usines de produits chimiques,[9] à l'exploitation des puits de pétrole,[10] aux eaux d'égouts,[11] à l'écoulement des eaux d'irrigation,[12] aux eaux de lixiviation des déchets,[13] aux émanations volcaniques, aux embruns marins et à l'intrusion de l'eau de mer dans les zones côtières.[1] Chacune de ces sources peut entraîner une contamination locale des eaux de surface et des eaux souterraines. L'ion chlorure est très mobile et finit par être transporté dans des bassins fermés ou vers les océans.[1]

Le chlorure est généralement présent en faible concentration dans les eaux de surface naturelles du Canada; les concentrations sont normalement inférieures à 10 mg/L et elles sont souvent inférieures à 1 mg/L.[12,14] La concentration moyenne de chlorure mesurée dans 109 lacs de la région des «lacs expérimentaux», dans le Nord-Ouest de l'Ontario, était de 0,8 mg/L en 1973; une concentration de chlorure de 0,9 mg/L a été mesurée dans un petit lac acide situé près de Sudbury, en Ontario, la même année.[15] Les Grands Lacs et les eaux des basses terres du Saint-Laurent présentent une teneur en chlorure légèrement plus élevée (20 mg/L), largement en raison des activités industrielles de cette région.[1] De 1980 à 1984, la concentration de chlorure dissous dans les eaux canadiennes se situait généralement entre <0,1 et 861 mg/L,[14] mais des concentrations allant jusqu'à 24 500 mg/L ont été enregistrées dans le ruisseau Bench Mark, en Alberta.[16]

Des données relatives à l'eau potable de plusieurs provinces canadiennes indiquent que les concentrations de chlorure sont généralement faibles et souvent inférieures à 10 mg/L.[14,17] Sur 127 stations de Saskatchewan où le chlorure a été dosé en 1975, une seule signalait une concentration de chlorure supérieure à 50 mg/L; aucune ne signalait de concentration supérieure à 250 mg/L.[18] Les mêmes résultats ont été obtenus pour 56 stations en Nouvelle-Écosse, où la concentration de chlorure dans l'eau potable a été enregistrée en 1975.[19] En Alberta, 51 stations sur 492 ont enregistré des concentrations de chlorure supérieures à 50 mg/L en 1976; 15 stations ont enregistré des concentrations supérieures à 250 mg/L.[20] Au cours de l'analyse, en 1987, de 60 échantillons d'eau traitée provenant de l'usine de traitement des eaux de l'île Lemieux, à Ottawa, en Ontario, on a déterminé que la concentration moyenne de chlorure était de 5,5 mg/L

(intervalle de 4,0 à 9,5 mg/L).[21] La concentration moyenne de chlorure dans les sources publiques d'approvisionnement en eau aux États-Unis est d'environ 11,5 mg/L;[12] dans les sources européennes d'approvisionnement en eau, elle est de 52 mg/L.[22] On trouve le plus souvent des concentrations plus élevées de chlorure dans l'eau potable provenant de sources souterraines; cette présence accrue pourrait être due à des concentrations naturellement élevées ou à une contamination. On estime que 25 à 50 % du sel épandu sur les routes pénètre dans les eaux souterraines.[23]

On dispose de données limitées sur la concentration de chlorure dans l'air au Canada. Une étude réalisée à Edmonton au cours de trois périodes d'un mois a permis de constater que les moyennes géométriques et les intervalles (entre parenthèses) des concentrations de chlorure dans l'air étaient les suivantes : novembre 1978, 1,97 µg/m^3 (0,3 à 9,0 µg/m^3); mars/avril 1979, 0,82 µg/m^3 (0,1 à 3,4 µg/m^3); et juillet/août 1979, 0,64 µg/m^3 (0,1 à 2,8 µg/m^3). Pour toute la période d'observation, la concentration moyenne de chlorure était de 1,2 µg/m^3.[24] On estime que la concentration de chlorure dans l'air au-dessus du lac Michigan était de 0,5 µg/m^3.[25]

La teneur en chlorure des aliments varie beaucoup; les plantes comestibles présentent généralement une concentration inférieure à 0,5 mg/g, alors que la viande et le poisson présentent des concentrations allant jusqu'à 1,0 et 1,5 mg/g, respectivement.[26]

Exposition des Canadiens

L'estimation de l'apport quotidien de chlorure par l'intermédiaire des aliments se complique en raison de l'utilisation répandue du sel comme condiment. Un régime sans sel fournit environ 600 mg de chlorure par jour.[27,28] Toutefois, en raison de l'addition de sel aux aliments, l'apport quotidien de chlorure est en moyenne de 6 g, mais il peut aller jusqu'à 12 g.[29]

En supposant que la consommation quotidienne d'eau est de 1,5 L et que la concentration moyenne de chlorure dans l'eau potable canadienne est de 10 mg/L, l'apport quotidien moyen de chlorure à partir de l'eau potable devrait être d'environ 15 mg par personne. L'apport à partir de l'eau ne représente donc que 0,25 % environ de l'apport quotidien provenant des aliments.

Si on suppose que la concentration moyenne de chlorure dans l'air au Canada est de 1,2 µg/m^3 et que le volume d'air respiré quotidiennement est de 20 m^3, alors l'apport quotidien de chlorure à partir de l'air serait de 0,024 mg.

D'après les considérations susmentionnées, l'apport quotidien total de chlorure est d'environ 6 g et il provient presque entièrement des aliments. On peut s'attendre à des écarts importants par rapport à cette valeur en raison des variations individuelles de la quantité de sel ajoutée aux aliments pendant la cuisson et à table.

Méthodes d'analyse et techniques de traitement

On peut faire appel à plusieurs techniques d'analyse pour doser les chlorures dans l'eau, notamment les titrages (p. ex. titrage potentiométrique, titrage avec nitrate d'argent), la colorimétrie (p. ex. avec thiocyanate), l'électrode spécifique de l'ion chlorure et la chromatographie ionique.[30] Le seuil de détection varie de 50 µg/L dans le cas de la colorimétrie à 5 mg/L pour la titrimétrie.

Comme le chlorure est très soluble dans l'eau, il est difficile à éliminer et les méthodes classiques de traitement de l'eau sont généralement inefficaces.[31] On signale un taux d'élimination de 87 % dans le cas d'un dispositif de traitement au point d'utilisation basé sur l'adsorption sur charbon actif granulaire et l'osmose inversée.[32] Les concentrations de chlorure dans l'eau peuvent augmenter pendant le traitement si on utilise du chlore pour la désinfection ou si l'on emploie des chlorures d'aluminium ou de fer pour la floculation.[17]

Effets sur la santé

Besoins essentiels

Le chlorure est un élément essentiel et le principal anion extracellulaire du corps. Il s'agit d'un ion très mobile, qui traverse facilement les membranes cellulaires et qui assure une pression osmotique, un bilan hydrique et un équilibre acide-base appropriés.

Il y a peu de temps, on supposait encore que le rôle physiologique de l'ion chlorure était simplement celui d'un contre-ion passif. Au cours des dernières années, certaines études donnent toutefois à penser que l'ion chlorure joue peut-être un rôle plus actif et indépendant dans la fonction rénale,[33,34] dans la neurophysiologie[35] et dans l'alimentation.[36]

Absorption, distribution et excrétion

On considère que l'absorption du chlorure à partir de la nourriture est pratiquement complète. Des études effectuées chez de jeunes hommes ont montré que 92 % du chlorure ingéré était excrété dans l'urine.[37]

La quantité de chlorure dans le contenu de l'intestin diminue au fur et à mesure que ce contenu se déplace dans les voies gastro-intestinales. Normalement, 540 mg de chlorure entrent dans le duodénum chaque jour.[38] Le chlorure est absorbé dans le jéjunum par «entraînement par solvant» et dans l'iléon et le côlon par transport actif couplé à la sécrétion de bicarbonate.[38,39] Ces deux processus sont liés à des mécanismes de co-transport à base de sodium qui créent les gradients osmotiques et électrochimiques nécessaires.

On a estimé que le corps humain renferme 0,15 % de chlorure[40] ou 105 g/70 kg p.c. La plus grande partie de ce chlorure est extracellulaire, comme l'indiquent les concentrations sériques de 98 à 106 milliéquivalents par litre (mEq/L), comparativement à environ 1 mEq/L dans le cas des cellules tissulaires.[41] Les sécrétions de l'estomac présentent une teneur élevée en chlorure, les concentrations variant de 45 à 155 mEq/L dans les résidus gastriques. On considère que tout le chlorure du corps appartient à une réserve échangeable.[42]

Les concentrations corporelles de chlorure sont régulées par les excrétions, principalement par l'intermédiaire des reins. Le chlorure et le sodium sont tous deux régulés par l'aldostérone.[43] Dans le cas des adultes, l'excrétion urinaire est d'environ 4,4 g/jour, avec un intervalle de 2,2 à 13 g/jour; la quantité excrétée est étroitement liée à la quantité de sel présente dans l'alimentation. La perte de chlorure par l'intermédiaire des fèces est faible, 14 à 110 mg étant excrétés quotidiennement par cette voie. D'autres pertes importantes de chlorure se produisent quotidiennement par l'intermédiaire de la transpiration.[37]

Effets nocifs

On a avancé que le chlorure jouait un rôle dans l'hypertension sensible au sodium.[44,45] Selon certaines indications, il semblerait que le sodium et le chlorure à la fois sont nécessaires pour exercer un effet hypertenseur.[42] En soi, le chlorure ne semble pas causer d'hypertension chez les rats[46]; chez des humains souffrant d'hypertension, on a pourtant noté que le chlorure était traité différemment par les globules rouges.[47] Le rôle du sodium dans l'hypertension est à l'étude (voir le document portant sur le sodium); cependant, rien n'indique que des concentrations élevées de chlorure seraient plus toxiques que des concentration élevées de sodium.

Autres considérations

Le seuil de perception gustative pour le chlorure dépend du cation auquel il est associé et se situe généralement entre 200 et 300 mg/L.[31] Les concentrations de chlorure décelées au goût par des groupes d'au moins 18 personnes étaient de 210, 310 et 222 mg/L respectivement dans le cas des sels de sodium, de potassium et de calcium.[48] Le goût du café était altéré lorsqu'il était préparé avec de l'eau présentant une concentration de chlorure de sodium, de potassium ou de calcium de 400, 450 et 530 mg/L, respectivement.[48]

Des concentrations de chlorure supérieures à 250 mg/L dans l'eau potable peuvent provoquer la corrosion du système de distribution.[23] La capacité que possède l'ion chlorure de former des sels solubles avec de nombreux ions métalliques empêche la formation de pellicules pouvant limiter la corrosion des surfaces métalliques.[17]

Justification

1. Les concentrations de chlorure dans le corps sont bien régulées au moyen d'un système complexe faisant intervenir à la fois le système nerveux et le système hormonal. Même après l'absorption de quantités importantes de chlorure par l'intermédiaire des aliments et de l'eau, l'équilibre du chlorure se maintient, surtout par l'excrétion de l'excès de chlorure dans l'urine. C'est pourquoi on n'a pas déterminé de concentration maximale acceptable pour les chlorures dans l'eau potable.

2. Le seuil de perception gustative pour le chlorure de sodium, le chlorure de potassium et le chlorure de calcium dans l'eau potable est respectivement de 210, 310 et 222 mg/L ; le goût du café est altéré lorsque l'eau avec laquelle il est préparé présente des concentrations de chlorure de 400, 450 et 530 mg/L à partir des mêmes sels. Les concentrations de chlorure supérieures à 250 mg/L dans l'eau potable peuvent provoquer la corrosion du système de distribution.

3. L'objectif de qualité esthétique ou organoleptique pour le chlorure dans l'eau potable est donc une concentration ≤250 mg/L. Les concentrations de chlorure dans les sources canadiennes d'approvisionnement en eau potable sont généralement de beaucoup inférieures à 250 mg/L.

Références bibliographiques

1. Conseil national de recherche du Canada. Les effets des halogénures alcalins dans l'environnement canadien. CNRC nº 15019, Comité associé des critères scientifiques concernant l'état de l'environnement, Ottawa (1977).

2. Prud'Homme, M. Sel. Dans : L'annuaire des minéraux du Canada 1985 — revue et perspectives, rapport sur les minéraux nº 34. Direction des ressources minières, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa (1986).

3. National Academy of Sciences. Nutrient and toxic substances in water for livestock and poultry. National Academy Press, Washington, DC (1974).

4. Murray, D.M. et Ennst, V.F.W. An economic analysis of the environmental impact of highway de-icing salts. National Technical Information Service Publication 253, U.S. Department of Commerce, Springfield, VA. p. 268 (1976).

5. Pollock, J.J. et Toler, L.G. Effects of highway de-icing salts on groundwater and water supplies in Massachusetts. U.S. Geological Survey, Boston, MA (1972).

6. Terry, R.C. Road salt, drinking water and safety. Ballinger, Cambridge, MA (1974).

7. Hutchinson, F.E. Effects of highway salting on the concentration of sodium chloride in private water supplies. Res. Life Sci., automne : 15 (1969).

8. Ralston, J.G. De-icing salts as a source of water pollution. Ministère de l'Environnement de l'Ontario, Toronto (1971).

9. Little, A.D. Inorganic chemical pollution of freshwater. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC (1971).

10. Pettyjohn, W.A. Water pollution by oil-field brines and related industrial wastes in Ohio. Ohio J. Sci., 71 : 257 (1971).

11. Pettyjohn, W.A. Water quality in a stressed environment. Burgess Publishing Co., MN (1972).

12. Bond, R.G. et Straub, C.P. Handbook of environmental control. Vol. 3. Chemical Rubber Co., Cleveland, OH (1973).

13. Schneider, W.J. Hydrologic implications of solid-waste disposal. U.S. Geol. Surv. Circ., 601-F : F1 (1970).

14. Banque nationale de données sur la qualité des eaux (NAQUADAT). Direction de la qualité des eaux, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa (1985).

15. Beamish, R.J. et Van Loon, J.C. Precipitation loading of acid and heavy metals to a small acid lake near Sudbury, Ontario. J. Fish. Res. Board Can., 34 : 649 (1977).

16. Environnement Canada. Données détaillées sur la qualité des eaux superficielles, Territoires du Nord-Ouest 1980–1981, Alberta 1980–1981, Saskatchewan 1980–1981, Manitoba 1980–1981. Direction générale des eaux intérieures (1984).

17. Organisation mondiale de la santé. Sodium, chlorures et conductivité dans l'eau potable. Rapport d'un groupe de travail de l'OMS. EURO rapports et études 2, bureau régional pour l'Europe, Copennague (1979).

18. Saskatchewan Department of the Environment. Communication personnelle.

19. Nova Scotia Department of Public Health. Communication personnelle.

20. Alberta Environment. Summary of water chemical analysis. Environmental Protection Services (1976).

21. Ministère de l'Environnement de l'Ontario. Ottawa (Lemieux Island) water treatment plant. Drinking Water Surveillance Program. Annual report 1987, Queen's Printer for Ontario (1988).

22. Zoeteman, B.C.J. et Brinckman, F.J.J. Human intake of minerals from drinking water in the European Communities. Dans : Hardness of drinking water and public health. Proceedings of the European Scientific Colloquium, Luxembourg, 1975. Pergamon Press, Oxford, p. 175 (1976).

23. McConnell, H.H. et Lewis, J. Add salt to taste. Environment, 14 : 38 (1972).

24. Klemm, R.F. et Gray, J.M.L. A study of the chemical composition of particulate matter and aerosols over Edmonton. Report No. RMD 82/9. Préparé pour le compte de la Research Management Division par l'Alberta Research Council (1982).

25. Klein, D.H. Fluxes, residence times and sources of some elements to Lake Michigan. Water Air Soil Pollut., 4 : 3 (1975).

26. Diem, K. (dir. de publ.). Documenta Geigy, tables scientifiques, 5e édition. J.R. Geigy, Bâle, Suisse, p. 501 (1962).

27. Dahl, L.K. Salt and hypertension. Am. J. Clin. Nutr., 25 : 231 (1972).

28. Meneely, G.R. A review of sources of and the toxic effects of excess sodium chloride and the protective effect of extra potassium in the diet. Plant Foods Hum. Nutr., 23 : 3 (1973).

29. Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social. Normes alimentaires pour le Canada. Direction générale de la protection de la santé, Ottawa (1975).

30. Department of the Environment of the United Kingdom. Methods for the examination of waters and associated materials: chloride in waters, sewage and effluents 1981. Her Majesty's Stationery Office, Londres (1981).

31. Organisation mondiale de la santé. Directives de qualité pour l'eau de boisson. Vol. 2. Critères de santé et autre information justificative. Genève (1984).

32. Regumathan, P., Beauman, W.H. et Kreusch, E.G. Efficiency of point of use treatment devices. J. Am. Water Works Assoc., 75(1) : 42 (1983).

33. Jaina, A., Kapuler, S., Govendo, S., Serban, I. et Eliahou, H.E. Blood pressure and renin activity in Na^+, Cl^-, or NaCl loading in rats. Miner. Electrolyte Metab., 3 : 276 (1980).

34. Toto, R.D., Hulter, H.N., Mackie, S. et Sebastian, A. Renal tubular acidosis induced by dietary chloride. Kidney Int., 25 : 26 (1984).

35. Sackmann, B. et Neher, E. Patch clamp techniques for studying ionic channels in excitable membranes. Annu. Rev. Physiol., 46 : 455 (1984).

36. Honeyfield, D.C. et Froseth, J.A. Effects of dietary sodium and chloride on growth, efficiency of feed utilization, plasma electrolytes and plasma basic amino acids in young pigs. J. Nutr., 115 : 1366 (1985).

37. Commission internationale sur la radio-protection. Report of the Task Group on Reference Man. ICRP Publication No. 23. Pergamon Press, Oxford. p. 379 (1975).

38. Weinberg, J.M. Fluid and electrolyte disorders and gastrointestinal diseases. Dans : Fluids and electrolytes, J.P. Kokko et R.L. Tanner (dir. de publ.). W.B. Saunders Co., Toronto (1986).

39. Schultz, S.G. A cellular model for active sodium absorption by mammalian colon. Annu. Rev. Physiol., 46 : 435 (1984).

40. National Academy of Sciences. Recommended dietary allowances, 9e édition. Washington, DC (1980).

41. Siggaard-Anderson, O. Blood gases and electrolytes. Dans : Fundamentals of clinical chemistry, N.W. Tietz (dir. de publ.). W.B. Saunders Co., Philadelphie, PA (1976).

42. Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social. Apport recommandé d'éléments nutritifs pour les Canadiens, Ottawa (1983).

43. Tortora, G.J. et Anagnostakos, N.P. Principles of anatomy and physiology, 4e édition. Harper & Row, New York, NY (1984).

44. Kurtz, T.W. et Morris, R.C., Jr. Dietary chloride as a determinant of "sodium-dependent" hypertension. Science, 222 : 1139 (1983).

45. Whitescarves, S.A., Ott, C.E. et Jackson, B.A. Salt-sensitive hypertension: contribution of chloride. Science, 223 : 1430 (1984).

46. Whiting, S.J. et Cole, D.E.C. Effects of dietary anion composition on acid-induced hypercalciuria in the adult rat. J. Nutr., 116 : 388 (1986).

47. Zidek, W., Losse, H., Lange-Asschenfeldt, H. et Vetter, H. Intracellular chloride in essential hypertension. Clin. Sci., 68 : 45 (1985).

48. Lockhart, E.E., Tucker, C.L. et Merritt, M.C. The effect of water impurities on the flavor of brewed coffee. Food Res., 20 : 598 (1955)